



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROF. ANTÔNIO GARCIA FILHO  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

**ÉVANNY LAINNY PINHEIRO ALVES**

**DISTRIBUIÇÕES DE TENSÕES EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE  
COM RETENTORES INTRA-RADICULARES**

**LAGARTO – SE**

**2019**

ÉVANNY LAINNY PINHEIRO ALVES

**DISTRIBUIÇÕES DE TENSÕES EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE  
COM RETENTORES INTRA-RADICULARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora, como requisito final para a obtenção do grau de Bacharel em Odontologia pela Universidade Federal de Sergipe.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Maranha da Rocha

LAGARTO – SE  
2019

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ÉVANNY LAINNY PINHEIRO ALVES**

### **DISTRIBUIÇÕES DE TENSÕES EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE COM RETENTORES INTRA-RADICULARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora, como requisito final para a obtenção do grau de Bacharel em Odontologia pela Universidade Federal de Sergipe.

Aprovado em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Orientador: Prof. Dr. Daniel Maranha da Rocha**  
**Departamento de Odontologia - UFS**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia Pardo Salata Nahsan**  
**Departamento de Odontologia - UFS**

---

**Prof. Dr. Luiz Alves De Oliveira Neto**  
**Departamento de Odontologia - UFS**

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus por ter me dado forças e coragem para superar as dificuldades e conseguir chegar até aqui.*

*A minha família, especialmente aos meus pais, e aos meus amigos pelo amor, incentivo e apoio incondicional.*

*Agradeço aos professores pela contribuição para um melhor aprendizado, em especial ao meu orientador Dr. Daniel Maranhã.*

*Agradeço também a minha instituição por ter me dado a chance e todas as ferramentas que me permitiram chegar hoje ao final desse ciclo de maneira satisfatória.*

*Minha eterna gratidão!*

*“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo.”*  
**(Nelson Mandela).**

## RESUMO

Alguns questionamentos são levantados em torno das restaurações realizadas em dentes tratados endodonticamente, já que esses se tornam normalmente mais frágeis que os dentes vivos e, conseqüentemente, mais suscetíveis a fratura. Algumas literaturas recomendam o reforço desses dentes com núcleos intrarradiculares, tendo como objetivo servir de suporte às restaurações e impedir a fratura, mediante o reforço que o mesmo parecia proporcionar às raízes. O uso do retentor intrarradicular tem chamado atenção à dissipação de tensões provocadas pelo estabelecimento do mesmo e as especulações de até que ponto esses elementos dentários se tornam mais resistentes à fratura radicular e de como essas tensões podem ser estudadas a ponto de serem revertidas de tal forma que não provoquem um efeito prejudicial no dente. O método dos Elementos Finitos tem possibilitado esse estudo.

**Palavras-chave:** fratura radicular, retentor intrarradicular, tensão, método dos elementos finitos.

## **ABSTRACT**

Some questions are raised around the restorations performed in endodontically treated teeth, as these become usually more fragile than the living teeth and, consequently, more susceptible to fracture. Some literatures recommend the reinforcement of these teeth with intrarradicular nuclei, with the purpose of supporting the restorations and preventing the fracture, through the reinforcement that it seemed to provide to the roots. The use of intraradical retainer has called attention to the dissipation of tensions caused by the establishment of the same and the speculations of the extent to which these dental elements become more resistant to root fracture and how these tensions can be The point of being reversed in such a way that they do not cause a harmful effect on the tooth. The finite element method has enabled this study.

**Key words:** Radicular fracture, intrarradicular retainer, tension, finite element method.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Análises de Elementos Finitos .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.1 Modelagem das estruturas .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.2 Análises .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.3 Modelagem CAE (<i>Computer Aided Engineering</i>) .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.4 Definição das propriedades dos elementos da malha .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.5 Propriedades Mecânicas .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.6 Análise das Tensões .....</b>	<b>13</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>17</b>



## 1 INTRODUÇÃO

No século XVIII, um pedaço de madeira foi utilizado dentro do canal radicular com o objetivo de reter a restauração. Pierre Fauchard foi o idealizador dessa técnica e por isso é considerado o pioneiro a empregar um retentor intrarradicular.

O núcleo intrarradicular é usado, na falta do remanescente coronário, para repor a estrutura coronária perdida, suportando e retendo a restauração protética (DEUTSCH et al; 1983). A espessura de dentina remanescente, a magnitude e direção da força aplicada, a geometria do pino, a adaptação do pino na parede radicular e a sua cimentação são fatores determinante para o sucesso pino/dente. (PETERS et al; 1983)

A restauração de um dente com tratamento endodôntico ainda hoje tem gerado alguns questionamentos. É do conhecimento geral que dentes que apresentam perda de estrutura e cáries, ou são submetidos à preparação cavitária e instrumentação do canal radicular, se tornam normalmente mais frágeis. Além disso, é sabido que o encurtamento da unidade dentinária resulta na alteração da resiliência do dente o que o torna mais susceptível às fraturas. Atualmente é possível ter contato com uma enorme variedade de técnicas que possibilitam a realização da restauração em dentes tratados endodonticamente. Alguns fatores serão determinantes na escolha da conduta para o tratamento restaurador, são estes: quantidade e a qualidade do remanescente dentário. (ALBUQUERQUE *et al.*, 2003).

Os dentes despulpados pareciam mais frágeis que dentes vivos, pois constantemente fraturam durante a função. Apesar de a literatura recomendar o reforço desses dentes com núcleos intra-radulares para impedir a fratura, até aquele presente período, esta afirmação não contava com suporte científico satisfatório. Assim, os autores compararam a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com e sem pinos cimentados objetivando determinar se pinos realmente reforçavam as raízes. (GUZY; NICHOLLS, 1979)

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição de tensões em molares tratados endodonticamente e restaurados com retentores intra-radiculares e coroas totais, por meio da análise de elementos finitos.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

A atribuição ao uso dos pinos intrarradiculares se deu com o propósito de proporcionar suporte a uma restauração, uma vez que dentes reabilitados endodonticamente, apresentavam-se debilitados e mais propensos à fratura pela perda de estrutura mediante a presença da cárie e de procedimentos endodônticos. (SILVERSTAIN, 1964)

O uso do retentor intrarradicular altera a distribuição das tensões sobre o elemento dental. Contrariando o esperado, o retentor não provoca o reforço da estrutura dentária, já que, ao receber a carga, as tensões são maximizadas nas superfícies vestibular e lingual da raiz, enquanto a tensão recebida pelo pino é mínima, não auxiliando na prevenção da fratura, já que a retenção e suporte devem derivar do interior do canal, ao ter a coroa clínica perdida. Nesses casos, para promover a reabilitação, o preparo do canal deve ser o mais conservador possível, preservando o máximo de dentina, especialmente no sentido vestibulolingual, já que esta é a mais determinante na resistência do dente a fratura radicular. (MEZZOMO, 2002).

Por tudo isso, é indispensável o conhecimento a respeito dos níveis máximos de tensão que pode submeter a estrutura dental. A composição do pino intrarradicular, sua geometria e a forma de cimentação, são fatores que irão influenciar nos níveis de tensões resultantes da cimentação do mesmo. É de grande importância a habilidade de analisar a tensão que incide sobre o dente reconstituído, pois determinará qual sistema restaurador será selecionado. (DURET et al, 1990)

A funcionalidade do Método dos Elementos Finitos é simplificar os cálculos permitindo que o operador subdivida uma estrutura em várias partes menores ou elementos. Os elementos resultantes dessa subdivisão podem ter formatos variados, tendo os seus lados conectados por pontos, conhecidos como pontos nodais. Para determinar a localização dos pontos nodais é utilizando um sistema de coordenadas

bi ou tridimensionais, que possibilitam especificar a forma e o tamanho do objeto. O fato da estrutura ter passado por uma subdivisão facilita a determinação da rigidez estrutural e, em resumo, da deflexão e da tensão. Sendo assim, o cálculo dessa tensão possibilita ao investigador determinar áreas de alta tensão ou de deformação que poderiam ser determinantes para a ocorrência de fratura ou falha da estrutura. O surgimento e desenvolvimento da computação simplificou a solução desses sistemas de equações algébricas lineares. Os pontos denominados nodais, já citados anteriormente, funcionam como pontos para aplicação de força ou momento da estrutura. (NISIDOKA, 1999).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Análises de Elementos Finitos**

##### **3.1.1 Modelagem das Estruturas**

Será utilizado de um software tipo CAD (*Computer Aided Design*) para projetar um modelo anatômico bidimensional de um molar inferior com tratamento endodôntico e grande perda de estrutura coronária. Os sistemas CAD permitem a construção de uma série de entidades geométricas como pontos, curvas, superfícies e sólidos, assim como ocorreria na elaboração de um desenho técnico tradicional. Essa representação digital torna possível que alterações sejam feitas no projeto, antes da sua concepção final, de maneira ágil e com custo relativamente baixo.

Dentre estes, tem destaque o protocolo NURBS (*Non Uniform Rational B Spline*). Este protocolo faz uso das bsplines que, assim como qualquer curva, são definidas matematicamente por dois ou mais pontos de controle denominados nós, diferenciando-se das demais em função de sua formulação matemática mais complexa que justamente permite a representação das geometrias orgânicas complexas que serão utilizadas neste trabalho.

##### **3.1.2 Analise**

Consiste na modelagem inicial do problema mecânico por meio da utilização de uma equação diferencial analítica, seguido de um tratamento numérico. Este tratamento numérico é uma simplificação do equacionamento analítico inicial por

avaliações numéricas que usam hipóteses simplificadoras, influenciando na qualidade final dos resultados obtidos.

O cálculo destas equações é realizado por meio da utilização de geometrias. Estas geometrias são descritas por funções conhecidas e pontos definidos denominados nós, tendo por objetivo a padronização e simplificação dos procedimentos de cálculo.

Teoricamente, quanto maior a quantidade de nós presentes na malha, mais rica será a qualidade de análise. Entretanto, uma maior quantidade de nós implica em maior custo computacional, pois cada nó adiciona um conjunto de equações ao sistema, e consequentes propagações de erros de truncamento numérico, devido aos cálculos adicionais.

Por outro lado, uma quantidade muito pequena de nós pode comprometer a modelagem do problema mecânico e a qualidade dos resultados, pois a representação do modelo passa a ser insuficiente.

Ciente destes pormenores, uma solução de compromisso consiste em refinar a malha nas regiões de maior solicitação mecânica, em detrimento das outras menos solicitadas, tal abordagem acaba por demandar conhecimento multidisciplinar das áreas envolvidas no estudo, como é o caso das aplicações voltadas para a área de bioengenharia.

### **3.1.3 Modelagem CAE (*Computer Aided Engineering*)**

Após serem concebidas no ambiente CAD do Rhinoceros®, as geometrias serão exportadas no formato STEP 214 Automotive Design (\*.stp) e, posteriormente, importadas para o ambiente CAE (Computer Aided Engineering) do Ansys®.

Este formato será escolhido em função dos testes de importação que envolveram outras extensões CAD como STEP (\*.stp), ACIS(\*.sat), IGES(\*.igs) e PARASOLID (\*.x\_t); que, por fim, revelaram a melhor compatibilidade do arquivo STEP com o Ansys®.

### **3.1.4 Definição das propriedades dos elementos da malha**

Será utilizada uma malha controlada definida por elementos triangulares com um nó em cada vértice e outro no centro de cada aresta, totalizando 6 nós por elemento,

### **3.1.5 Propriedades mecânicas**

As propriedades mecânicas das estruturas e dos materiais são dados indispensáveis para que seja feita uma análise fiel. De acordo com o programa de análise de elementos finitos são necessários dois dados: o módulo de elasticidade (relação existente entre a tensão e a deformação), representada pela letra “*E*” e o coeficiente de Poisson (valor entre as deformações transversais e longitudinais), representada pela letra “*ν*”.

### **3.1.6 Análise de tensões**

Diversos são os critérios de análise, mas dois deles costumam ser mais utilizados, são os critérios de von Mises e da Tensão Máxima Principal. O critério de von Mises baseia-se em uma composição da energia de distorção atuando no material, que é fortemente relacionada às tensões de cisalhamento, enquanto o critério de Tensão Máxima Principal relaciona-se prioritariamente as tensões de tração e compressão, que são mais críticas em caso de materiais frágeis como ossos e dentes.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Utilizou-se o software Rhinoceros para elaboração dos sólidos. Ao final da modelagem das estruturas foram obtidos 28655 nós e 27721 elementos. Os resultados obtidos das tensões geradas sobre a face oclusal do dente que foi submetido a carga vertical empregando o critério de deformação total, com níveis mais elevados de concentração de tensão posicionados sob os pontos de aplicação da carga mastigatória localizados na região da coroa mais especificamente nas cúspides. (Figuras 1, 2 )

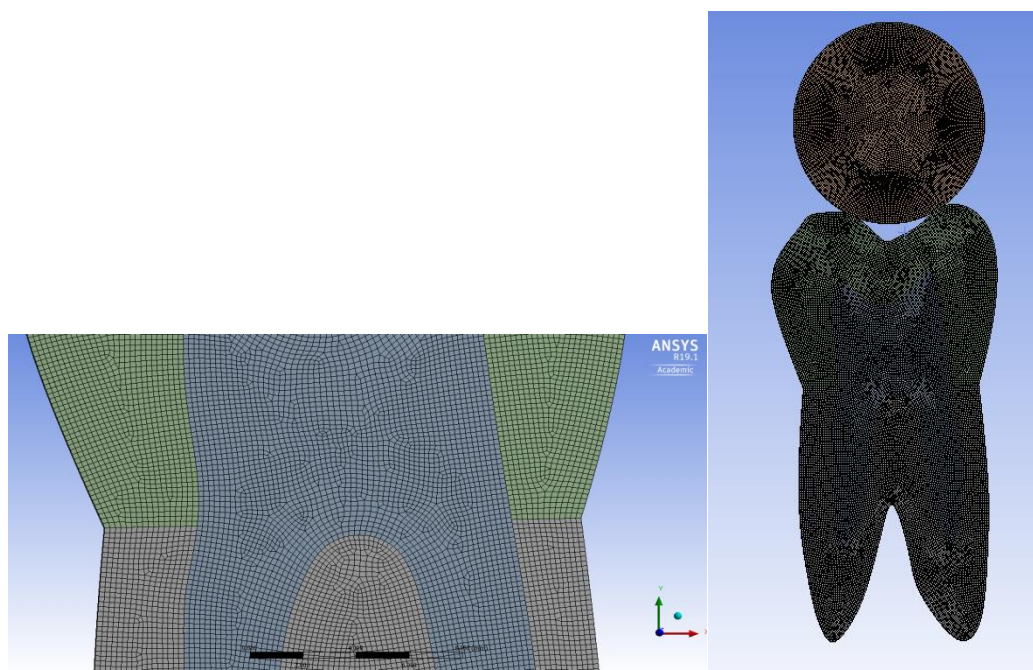


Figura 1. Malhas e nós

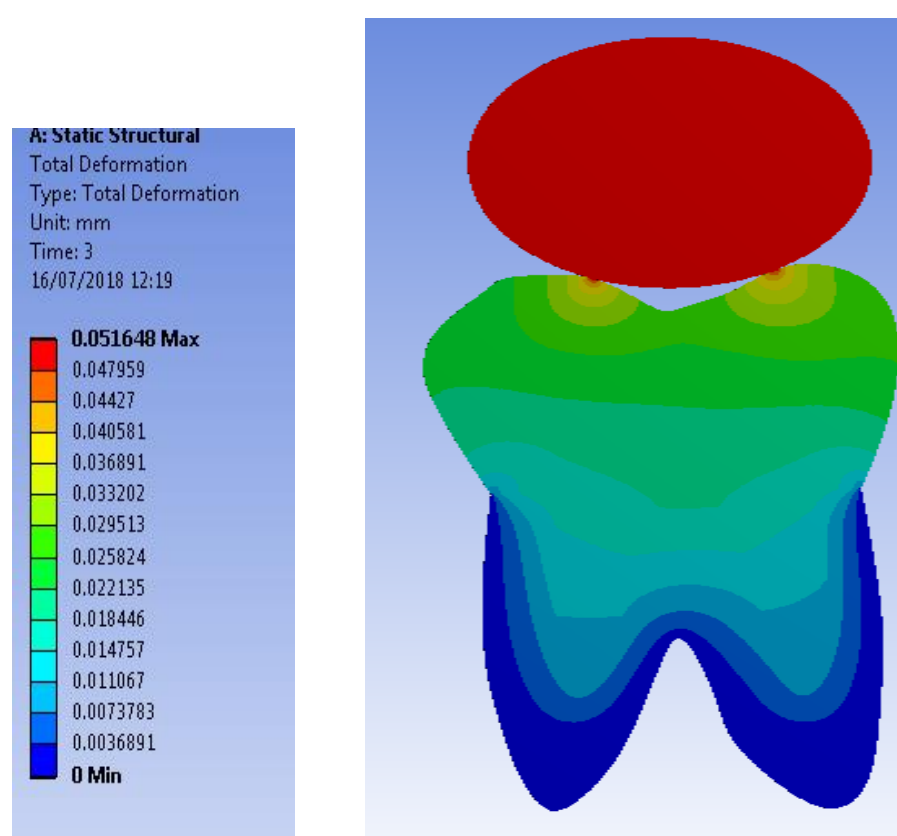


Figura 2. Deformação total

Analizamos a distribuição de tensões de Von Mises no interior do elemento dental. Julgamos necessário nomear regiões com maiores valores concentração de tensões, encontradas na região da interface entre a coroa e a raiz e região das cúspide. Estas áreas estão identificadas abaixo e apresentadas na (figura. 3) Com relação concentração das tensões na região de interface, sabemos que materiais de diferentes módulos de elasticidade são áreas críticas do sistema restaurador. Verifica-se também, uma alta concentração de tensões no primeiro nas paredes laterais da raiz. Além disso, O modelo apresenta um aumento das tensões na interface pino/raiz e núcleo em sua porção radicular exibe sítios de concentração de tensão na interface pino parede do conduto. (figura. 4).

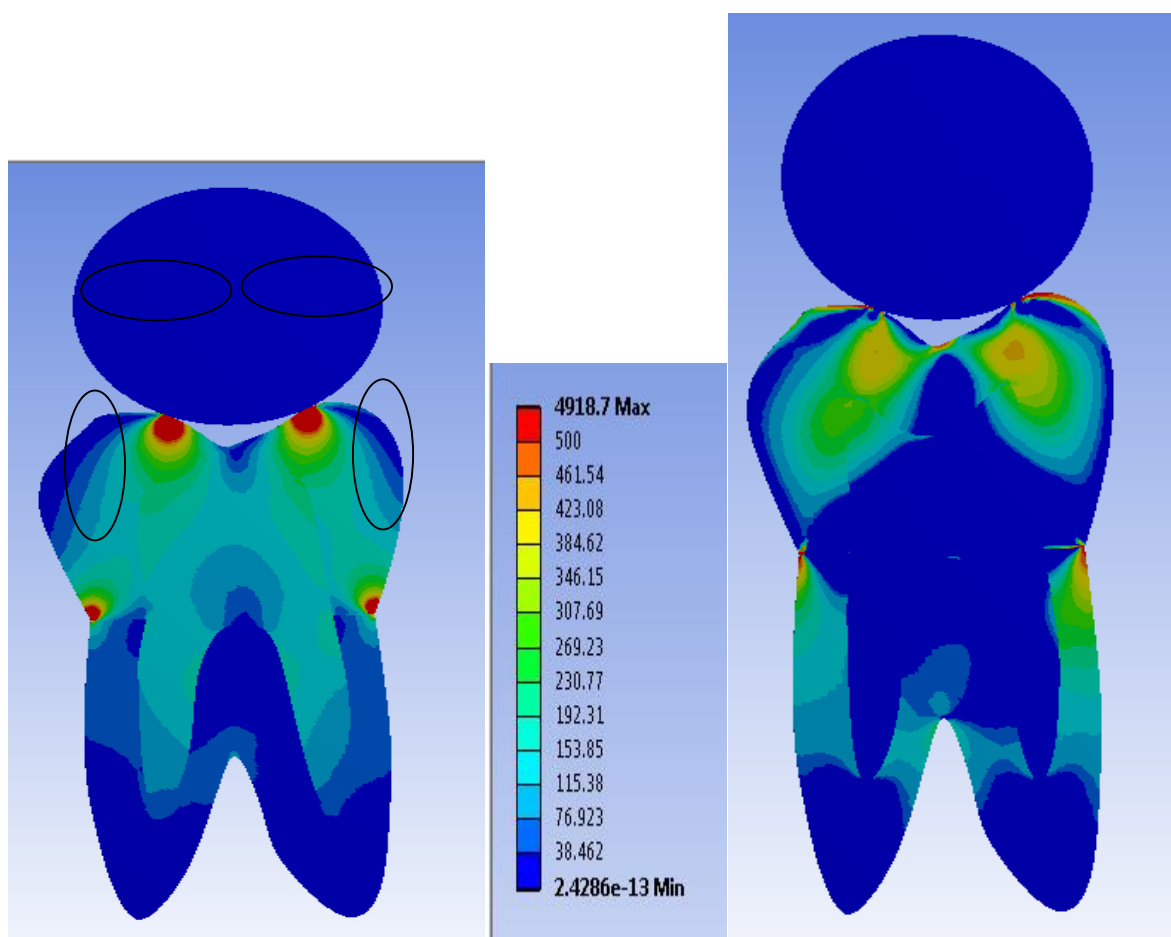


Figura 3. Distribuição das tensões de von Mises

Figura 4.

## 5 CONCLUSÃO

Sobre os critérios de deformação total os níveis mais elevados de concentração se localizaram na região das cúspides. A partir dos resultados obtidos, concluímos que as maiores tensões de Von mises ocorreram na região de cúspides e nas áreas próximas a interface entre coroa e raiz. A análise computacional por Elementos finitos proporciona a verificação de defeitos, falhas e comportamento mecânico de um modelo, possibilitando o acesso a dados relevantes, como distribuição de tensões, deformação e aquecimento da estrutura ou componente.

O método de Elementos Finitos é um grande marco de avanço da odontologia contemporânea. Por isso, devem ser utilizados com mais frequência a fim de diminuir as tensões e, conseqüentemente, minimizar os riscos de fratura radicular ao restaurar dentes tratados endodonticamente.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE R. C.; *et al.* Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. **Revista de Reabilitação Oral**. Vo. 30, p. 936-943, Set. 2003.

DURET, B., REYNAUD, M., DURET, F. Un nouveau concept de reconstitution coronoradiculaire: le Composipost. **Chir. Dent. Fr.** v.60, p.131-41, 1990

GUZY, G. E; NICHOLLS, J. I. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. **Jornal Prosth Dent**. V. 42 , p. 39-44, 1979.

MEZZOMO, E. **Prótese fixa contemporânea**. 1º ed. São Paulo: Santos; 2002.

NISIDOKA, R. S. *Estudo da distribuição das tensões internas pelo método dos elementos finitos, em uma raiz com retentor intra-radicular pré fabricado, rosqueado e com fenda apical*. São José dos Campos, 1999, 147p. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

PETERS, M. C; POORT H.W; FARAH J.W; CRAIG R.G. Stress analysis of a tooth restored with a post and core. **Revista Indiana de Pesquisa Odontológica**. Vo 62, 760-63, 1983.

SILVERSTEIN, W. H. The reinforcement of weakened pulpless teeth. **Jornal Prosthet Dent**. V.14, p. 372-81, 1964.